

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) Nº de publication :  
(A n'utiliser que pour  
le classement et les  
commandes de reproduction).**2.225.979**(21) Nº d'enregistrement national  
(A utiliser pour les paiements d'annuités,  
les demandes de copies officielles et toutes  
autres correspondances avec l'I.N.P.I.)**69.44792**

# BREVET D'INVENTION

PREMIÈRE ET UNIQUE  
PUBLICATION

(22) Date de dépôt ..... 24 décembre 1969, à 9 h 50 mn.

Date de la décision de délivrance..... 28 octobre 1974.

(47) Publication de la délivrance ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 45 du 8-11-1974.

(51) Classification internationale (Int. Cl.) C 06 b 15/00, 19/00.

(71) Déposant : ÉTAT FRANÇAIS. Représenté par le Ministre d'État chargé de la Défense Nationale, DÉLÉGATION MINISTÉRIELLE POUR L'ARMEMENT (Direction des Poudres), résidant en France.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Pierre André Gustave Marcaire, Délégation Ministérielle pour l'Armement, DPAGA, Bureau des brevets et inventions, 10, rue Saint-Dominique, Paris (7).

(54) Explosif composite avec liant polyuréthane et son procédé de fabrication.

(72) Invention de : Félix Louis Joseph Dubois de Frisque, Octave Jean Naud, Paul Ormer Gaston Binet et Jean-Paul André Marie Kehlren.

(33) (32) (31) Priorité conventionnelle :

La présente invention concerne un explosif composite avec liant polyuréthane et son procédé de fabrication.

Par explosif composite, on entend une charge explosive dispersée dans un liant plastique réticulé, qui selon l'invention, est une résine de polyuréthane; les particules de substance explosive se trouvent enrobées par le liant qui peut contenir également des additifs accessoires.

L'invention concerne plus particulièrement des blocs ou des plaques d'"explosif composite" avec liant polyuréthane, dont la puissance peut être très élevée et qui vont d'une très grande dureté à une très grande souplesse; on utilise, à cet effet, un liant polyuréthane dont on fait varier, selon le résultat à obtenir, la nature et les quantités des composants de départ, compte tenu aussi de la proportion d'explosif.

On connaît des explosifs composites, dans lesquels les particules de substance explosive sont enrobées par un mélange d'élastomères comprenant un élastomère principal (métallocarboxylate polymère) et un élastomère secondaire (polyuréthane élastomère). Les explosifs composites ainsi obtenus contiennent 40 à 80% en poids de substance explosive. Ils s'avèrent avoir une puissance limitée; il n'a pas été possible, sur le plan pratique, de dépasser 80% en poids de substance explosive.

Par contre, les explosifs composites selon l'invention permettent d'obtenir des puissances bien plus élevées que dans les techniques antérieures.

En ce qui concerne la fabrication des explosifs composites, on sait qu'il existe un procédé classique par pression, qui utilise des pressions pouvant être très élevées (2000 bars). Il consiste à enrober des particules de substance explosive par une matière thermoplastique, puis à soumettre ces particules enrobées à une forte pression, à des températures variables, pour obtenir un bloc doué de propriétés explosives. Les blocs d'explosif obtenus selon ce procédé présentent un certain nombre de défauts du fait même du procédé de fabrication. En effet, les produits réalisés sont assez poreux; leur densité effective est inférieure à la densité théorique, et cette densité est surtout mal répartie dans le bloc d'explosif.

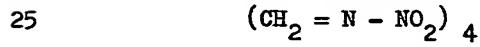
De même, les dimensions des pièces obtenues sont limitées par l'appareillage de mise en œuvre et les formes des pièces sont toujours limitées par le procédé.

Il existe également des procédés de fabrication d'explosifs composites par extrusion et par coulée. Les procédés par extrusion font intervenir une légère pression, alors que la coulée s'effectue sans pression. Ces procédés, en particulier le procédé par coulée, présentent l'inconvénient de nécessiter une composition de liant parfaitement définie et compatible avec le mode de mise en œuvre.

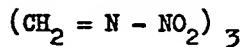
D'autre part, ces procédés, dans l'état de la technique connue, ne permettent pas d'obtenir des explosifs composites à haute puissance : on ne peut, en effet, dépasser 80% de substance explosive.

Le procédé par coulée selon l'invention permet d'obtenir, avec le liant choisi, des explosifs composites de très haute puissance, pouvant contenir 90% au plus de substance explosive. D'autre part, les produits obtenus sont beaucoup plus homogènes et moins poreux que dans le cas du procédé par pression, et on peut 15 obtenir des pièces plus élaborées et de dimensions moins limitées.

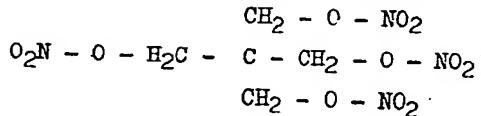
L'invention a pour objet un explosif composite comprenant des particules de substance explosive dispersées dans un liant constitué par une matière plastique réticulée caractérisé en ce que le liant est constitué par une résine de polyuréthane ayant une bonne réticulation, la proportion de liant représentant au moins 20 10% en poids de l'explosif composite. La substance explosive selon l'invention est choisie avantageusement parmi des explosifs très puissants et plus spécialement dans le groupe formé par les explosifs nitrés et les nitrates organiques suivants : + octogène = homocyclonite ou cyclotétraméthylènetranitramine :



+ hexogène = cyclonite ou cyclotriméthylènetrinitramine :



+ pentrite = tétranitrate de pentaérythrile :



5 + tétryl,

la proportion d'explosif étant comprise entre 19 et 90 % en poids de l'explosif composite.

La proportion de liant (résine de polyuréthane) est comprise entre 10 et 75 % en poids de l'explosif composite, et de préférence entre 10 et 20 %, ce qui permet d'obtenir des explosifs composites de haute puissance.

L'explosif composite selon l'invention peut contenir des oxydants puissants, de préférence le perchlorate de potassium et/ou d'ammonium, la proportion de ces oxydants étant de 65 % au plus en poids de l'explosif composite.

15 L'explosif composite selon l'invention peut contenir une poudre métallique à pouvoir réducteur très élevé, la proportion de ladite poudre étant de 65 % au plus en poids de l'explosif composite.

19 L'explosif composite selon l'invention peut contenir un plastifiant, à raison de 60 % au plus en poids par rapport au liant. On utilise généralement l'azélate de dioctyle ou le phtalate de dibutyle.

20 L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'un explosif composite comprenant des particules de substance explosive dispersées dans un liant constitué par une matière plastique réticulée, caractérisé en ce qu'on fait réagir *in situ* un polyisocyanate et au moins un polyol, et qu'on coule le produit obtenu, la réaction du polyol et du polyisocyanate entraînant la formation d'une résine de polyuréthane constituant le liant de l'explosif composite.

25 Comme polyisocyanate, on utilise en général le toluylène diisocyanate.

Comme polyols, on peut utiliser un triol ou un diol.

29 Comme triols, on peut citer divers "Pluracol" (marque déposée par la société KUHLMANN), par exemple :

- 30 - Pluracol TP 4040 (Poids moléculaire 4000)
- Pluracol TP 2540 (Poids moléculaire 2500) ( Poids moléculaire moyen approxatif.
- Pluracol TP 1540 (Poids moléculaire 1500)
- Pluracol TP 740 (Poids moléculaire 700)

Si l'on utilise un Pluracol de faible poids moléculaire (700 par exemple) qui possède un rapport :

nombre de groupes - OH réactifs      plus élevé, on obtient un produit plus  
                                masse de polyol

dur que dans le cas du Pluracol 4040 (poids moléculaire 4000).

5        Comme diols, on peut citer le polypropylène glycol de poids moléculaire 2000. Dans ce cas, on aurait des chaînes polymères plus droites, donc une réticulation moins grande et un produit plus souple ; on utilise alors un agent de réticulation, par exemple le triméthylolpropane, ce qui permet d'obtenir la consistance recherchée.

10      En faisant varier les matières premières et les quantités d'agent de réticulation, on peut obtenir selon le procédé de l'invention, des blocs ou des plaques d'explosif composite allant d'une très grande dureté à une très grande souplesse, compte tenu aussi de la proportion d'explosif.

15      Une propriété particulière réside dans le fait que ces liants constitués à partir de polyols de poids moléculaire élevé ne nécessitent pas, en général, de catalyseurs de polymérisation, les particules de l'explosif utilisé (octogène, hexogène, pentrite ou analogue) jouant le rôle de catalyseur.

Il est à noter que la relation stoechiométrique des groupes - N = C = O du polyisocyanate par rapport aux groupes - OH du ou des polyols est comprise entre 20 0,80 et 1,25, et de préférence entre 1,00 et 1,15.

Il est à noter que le procédé de fabrication selon l'invention concerne des composés à fonction alcool ayant au moins deux fonctions alcool en bouts de chaîne, et dont la chaîne peut être constituée par :

- + chaînes hydrocarbonées saturées ou non
- 25 + polyéthers
- + polyesters
- + polyuréthanes
- + produits de polymérisation vinylique.

On a également réalisé des essais avec des composés à fonctions acide carboxylique ; les résultats obtenus ont été négatifs, les corps formés étant instables (dégagement de CO<sub>2</sub>).

30 Selon l'invention, on peut incorporer avec les matières premières de l'explosif composite un agent mouillant, par exemple la lécithine.

La température, à laquelle doit s'effectuer la réaction, est comprise en général entre 10 et 90° C, et de préférence entre 40 et 70° C.

Il est important de malaxer sous vide le mélange après introduction du polyisocyanate et intéressant de vibrer, éventuellement sous vide, le produit après l'avoir coulé.

Le procédé selon l'invention permet d'obtenir directement des pièces de forme élaborée, de grandes dimensions, de densité sensiblement égale en tous points à la densité théorique.

Les explosifs composites ainsi obtenus sont très peu poreux, contrairement à ceux obtenus selon le procédé par pression. Néanmoins, on peut atteindre des puissances très élevées.

La gamme des vitesses de détonation s'étend de 4 000 à 8 500 m/sec.

Le procédé selon l'invention permet d'obtenir des vitesses inférieures à 4 000 m/sec., mais l'emploi de ces explosifs nécessiterait des amorcages plus puissants que ceux couramment utilisés.

Le procédé de fabrication par coulée comporte avantagereusement un malaxage sous vide pendant 30 minutes d'un mélange contenant le ou les polyols et les autres additifs (plastifiant, agent mouillant, agent de réticulation). On introduit ensuite le polyisocyanate. On malaxe encore 15 10 minutes. On coule ensuite sous vide le produit et on le vibre. On termine par la cuisson à 60° C du produit de coulée. Ce mode opératoire ne limite en rien l'invention et, selon le cas, on peut envisager des variantes du procédé.

D'autres particularités de l'invention apparaîtront à l'aide de la 20 description suivante et des exemples d'explosif composite. Dans ces exemples, sont détaillés les pourcentages respectifs en poids de la substance explosive et du liant ainsi que la composition de ce liant et certaines caractéristiques du produit final obtenu, telles que :

- Vitesse de détonation,
- 25 - Dureté mesurée au Consistomètre Lhomargy : la mesure consiste en la détermination de la profondeur de pénétration d'une aiguille appuyant sur la surface du bloc à étudier avec une certaine force et pendant un laps de temps donné. La mesure terminée, on peut noter ce que l'on appelle la reprise élastique, à savoir "l'enfoncement résiduel" qui subsiste du fait que l'aiguille ne revient pas à sa position initiale (une faible déformation plastique de la surface de la pièce subsiste donc).
- 30 - Souplesse : cette mesure est destinée à définir la plus ou moins grande facilité avec laquelle une plaque ou feuille est courbée pour pouvoir être enroulée autour d'un tube cylindrique. Il est à noter que cette mise en forme ne s'effectue qu'une fois, lors de la mise en place de la feuille autour du tube; n'étant pas

répétitif, ce procédé n'est pas lié à des phénomènes de "fluage" qui ne sont donc pas à envisager.

Il est à signaler que les exemples suivants illustrent l'invention sans toutefois en limiter la portée. Dans ces exemples, les pourcentages sont exprimés en poids. Le poids exact de diisocyanate doit être déterminé avant emploi compte tenu du rapport stoechiométrique indiqué.

5

EXEMPLE 1

- Substance explosive (pentrite)	75 %
- Liant	25 %
Composition du liant :	
. Pluracol TP 4040	100 g
. Toluylène diisocyanate	Relation stoechiométrique 1,1 (par rapport aux groupes -OH du Pluracol)
. Azélate de dioctyle	10 g
. Lécithine	1 g
Vitesse de détonation de l'explosif obtenu :	7300 m/sec

Le produit obtenu est souple.

On utilise à cet effet un malaxeur capable de fonctionner sous vide, dont on peut régler la température entre 10 et 100°C. Dans cet appareil maintenu à 60°C, 20 on introduit le Pluracol, l'azélate de dioctyle et la lécithine. Le vide étant réalisé, on met en marche le malaxeur de manière à dégazer le mélange obtenu : on poursuit le malaxage pendant 30 minutes. On arrête ensuite le malaxeur et on supprime le vide. On ajoute en plusieurs fois la substance explosive, et après chaque addition, on malaxe sous vide; lorsque la charge est bien imprégnée, on 25 ajoute en plusieurs fois le toluylène diisocyanate : on poursuit le malaxage sous vide jusqu'à ce que la pâte obtenue ait une consistance uniforme (durée 10 minutes).

On coule ensuite la pâte dans le moule à l'aide d'un dispositif de coulée sous vide avec thermostat et système de vibration, de manière à faciliter les opérations de coulée et de dégazage, car les pâtes sont thixotropes.

30 La coulée une fois terminée, on maintient le vide et la vibration jusqu'à dégazage complet.

Le mélange une fois dégazé, on place le moule dans une enceinte maintenue à 60°C : on procède ainsi à la cuisson du produit de coulée.

EXEMPLE II

5	- Substance explosive (pentrite)	70 %
	- Liant	30 %
<b>Composition du liant :</b>		
	. Pluracol TP 2540	100 g.
10	. Toluylène diisocyanate	relation stoechiométrique 1,1 (par rapport aux groupes -OH du Pluracol)
	. Azélate de dioctyle	10 g.
	. Lécithine	1 g.
15	Vitesse de détonation de l'explosif en plaque souple ainsi obtenu : 6 990 m/sec.	

EXEMPLE III

20	- Substance explosive (pentrite)	40 %
	- Liant	60 %
<b>Composition du liant :</b>		
	. Pluracol TP 740	100 g.
	. Toluylène diisocyanate	relation stoechiométrique 1,05 (par rapport aux groupes -OH du Pluracol)

Vitesse de détonation de l'explosif obtenu : 6000 m/sec.

25 EXEMPLE IV

- Substance explosive (pentrite)	20 %
- Aluminium	55 %
- Liant	25 %

Composition du liant :

- Pluracol TP740 100 g
- Toluylène diisocyanate relation stoechiométrique 1,05 (par rapport aux groupes - OH du Pluracol).

Vitesse de détonation de l'explosif obtenu : 5350 m/s

EXEMPLE V :

- Substance explosive (pentrite) 20 %
- Aluminium 40 %
- Liant 40 %

Composition du liant :

- Pluracol TP 1540 100 g
- Toluylène diisocyanate relation stoechiométrique 1,05 (par rapport aux groupes - OH des polyols).

- Triméthylol propane 5 g

Vitesse de détonation de l'explosif en plaque semi-souple ainsi obtenu : 4100 m/s

EXEMPLE VI :

- Substance explosive (pentrite) 25 %
- Liant 75 %

Composition du liant :

- Pluracol TP 740 100 g
- Toluylène diisocyanate relation stoechiométrique 1,05 (par rapport aux groupes - OH du Pluracol).

Vitesse de détonation du produit très dur ainsi obtenu :  
4425 m/s

Dureté mesurée au consistomètre Lhomargy : 2 à 3 centièmes de millimètre (pénétration de l'aiguille).

EXEMPLE VII :

- Substance explosive (pentrite) 20 %
- Perchlorate d'ammonium 55 %
- Liant 25 %

Composition du liant :

- Pluracol TP 740 100 g
- Toluylène diisocyanate relation stoechiométrique 1,05 (par rapport aux groupes - OH du Pluracol).

Vitesse de détonation du produit dur ainsi obtenu : 4900 m/s  
 Dureté mesurée au consistomètre Lhomargy : 4 centièmes de millimètre (pénétration de l'aiguille).

EXEMPLE VIII :

5	- Substance explosive (octogène)	85 %
	- Liant	15 %
<b>Composition du liant :</b>		
	. Pluracol TP 1540	100 g
	. Triméthylol propane	3 g
10	. Toluylène diisocyanate	relation stoechiométrique 1,05 (par rapport aux groupes - OH des polyols).

Vitesse de détonation du produit ainsi obtenu : 8200 m/s

EXEMPLE IX :

15	- Substance explosive (octogène)	87 %
	- Liant	13 %
<b>Composition du liant :</b>		
	. Pluracol TP 1540	100 g
20	. Toluylène diisocyanate	relation stoechiométrique 1,05 (par rapport aux groupes - OH du Pluracol).

. Azélate de dioctyle

Vitesse de détonation du produit ainsi obtenu : 8400 m/s

(valeur maximum que l'on peut obtenir avec le liant polyuréthane).

EXEMPLE X :

25	- Substance explosive (octogène)	75 %
	- Liant	25 %
<b>Composition du liant :</b>		
	. Pluracol TP 1540	100 g
30	. Toluylène diisocyanate	relation stoechiométrique 1,05 (par rapport aux groupes - OH du Pluracol).

. Azélate de dioctyle

Vitesse de détonation du produit ainsi obtenu : 7200 m/s

À cause des 75 % de charge (seulement) on a une activité moins grande qui permet d'utiliser un poliol de poids moléculaire plus élevé, et la coulée peut s'opérer à froid, le malaxage s'effectuant toujours à 60 - 70° C.

EXEMPLE XI :

	- Substance explosive (octogène)	80 %
	- Liant	20 %
Composition du liant :		
5	. Pluracol TP 1540	100 g.
	. Toluylène diisocyanate	relation stoechiométrique 1,05 (par rapport aux groupes - OH du Pluracol)
	. Azélate de dioctyle	20 g.

10 Vitesse de détonation du produit ainsi obtenu : 7900 m/sec.

EXEMPLE XII :

	- Substance explosive (Octogène)	85 %
	- Liant	15 %
Composition du liant :		
15	. Pluracol TP 4040	100 g.
	. Toluylène diisocyanate	relation stoechiométrique 1,05 (par rapport aux groupes - OH du Pluracol).

Le produit obtenu est un produit souple :

20 - pénétration : 2 à 6 centièmes de millimètre.  
 - reprise élastique : 1 centième de millimètre.  
 (à rapprocher de l'exemple 8, qui concerne un produit dur).

EXEMPLE XIII :

	- Substance explosive (Octogène)	85 %
25	- Liant	15 %
Composition du liant :		
	. Pluracol TP 740	100 g.
	. Toluylène diisocyanate	relation stoechiométrique 1,05 (par rapport aux groupes - OH du Pluracol).

30

Le produit obtenu est un produit dur :

- pénétration : 2 centièmes de millimètre.  
 - reprise élastique : pratiquement nulle.

EXEMPLE XIV :

35	- Substance explosive (hexogène)	84 %
	- liant	16 %

Composition du liant :

- Pluracol TP 1540 100 g
- Toluylène diisocyanate relation stoechiométrique 1,05
- 5 • Lécithine 1 g

Vitesse de détonation du produit ainsi obtenu : 8000 m/s.

Dureté du produit :

- pénétration de 7 centièmes de millimètre.
- reprise élastique de 1 centième de millimètre.

10 EXEMPLE XV :

- Substance explosive (hexogène) 84 %
- Liant 16 %

Composition du liant :

- Polypropylène glycol 100 g
- 15 • Toluylène diisocyanate relation stoechiométrique 1,05 (par rapport aux groupes - OH des polyols).

- Lécithine 1 g
- 20 • Triméthylol propane 3 g

Il s'agit d'un diol reticulé par du triméthylol propane, par opposition à l'exemple XIV.

Le produit obtenu est très dur (dureté 6 centièmes de millimètre). La vitesse de détonation est de : 8000 m/s

25 EXEMPLE XVI :

- Substance explosive (hexogène) 82 %
- Liant 18 %

Composition du liant :

- Pluracol TP 1540 100 g

- 30 • Toluylène diisocyanate relation stoechiométrique 1,05 (par rapport aux groupes - OH des polyols).

- Lecithine 1 g
- Triméthylol propane 2 g

35 Vitesse de détonation du produit obtenu : 7900 m/s

Dureté : 4 centièmes de millimètre.

Reprise élastique inférieure à 1 centième de millimètre.

EXEMPLE XVII :

	- Substance explosive (hexogène)	75 %
	- Liant	25 %
Composition du liant :		
5	. Polypropylène glycol	100 g
	. Toluylène diisocyanate	relation stoechiométrique 1,2 (par rapport aux groupes - OH des polyols).
	. Triméthylol propane	2 g
10	Vitesse de détonation du produit obtenu : 7200 m/s pour une feuille de 5 mm d'épaisseur (qui peut être enroulée autour d'un tube de 4 cm de diamètre).	

EXEMPLE XVIII :

	- Substance explosive (hexogène)	75 %
15	- Liant	25 %
Composition du liant :		
	. Pluracol TP 4040	100 g
	. Toluylène diisocyanate	relation stoechiométrique 1,2 (par rapport aux groupes - OH du Pluracol).
20	. Lécithine	1 g
	. Azélate de dioctyle	10 g

Le produit obtenu se présente sous la forme d'une plaque non collante.

25 La vitesse de détonation est de 6950 m/s pour une feuille de 5 mm d'épaisseur qui peut être enroulée autour d'un tube de 10 cm de diamètre.

EXEMPLE XIX :

	- Substance explosive (tétryl)	50 %
30	- Liant	50 %
Composition du liant :		
	. Pluracol TP 1540	100 g
	. Toluylène diisocyanate (ou Desmodur, de BAYER)	relation stoechiométrique 1,05 (par rapport aux groupes - OH du Pluracol).
35	Vitesse de détonation du produit obtenu : 6600 m/s	

EXEMPLE XX :

- Substance explosive (hexogène)

82 %

- Liant

18 %

Composition du liant :

100 g.

5

- Huile de ricin

- Toluylène diisocyanate

relation stoechiométrique  
1,1 (par rapport aux groupes  
- OH du polyol).

- Lécithine

0,44 g.

10 Vitesse de détonation de l'explosif obtenu :

7 900 m/sec.

EXEMPLE XXI :

- substance explosive (hexogène)

84 %

- Liant

16 %

Composition du liant :

15

- Polypropylène glycol

75 g.

- Polyméthylène glycol

25 g.

- Toluylène diisocyanate

relation stoechiométrique  
1,05 (par rapport aux groupes  
- OH des polyols).

20

- Triméthylol propane

3 g.

- Azélate de dioctyle

36 g.

Vitesse de détonation de l'explosif obtenu :

8 000 m/sec.

EXEMPLE XXII :

- Substance explosive (hexogène)

80 %

25

- Liant

20 %

composition du liant :

- Adiprène L 100

(diisocyanate de Du Pont de Nemours)

100 g.

- Butanediol

3,5 g.

30

- Triméthylol propane

0,9 g.

- Lécithine

0,5 g.

Vitesse de détonation du produit obtenu :

7 800 m/sec.

EXEMPLE XXIII :

	- Substance explosive (hexogène)	82 %
	- Liant	18 %
Composition du liant :		
5	. Polybutadiène hydroxy téléchérique (de masse moléculaire 4 000)	100 g
	. Toluylène diisocyanate	relation stoechiométrique 1,05 (par rapport aux groupes - OH des polyols).
10	. Triméthylol propane	2,0 g
	. Lécithine	0,55 g

Vitesse de détonation du produit obtenu : 7 900 m/s

EXEMPLE XXIV :

	- Substance explosive (hexogène)	70 %
15	- Aluminium	15 %
	- Liant	15 %
Composition du liant		
	. Azélate de polynéopentylglycol	50 g
	. Polypropylène glycol	50 g
20	. Toluylène diisocyanate	relation stoechiométrique 1,05 (par rapport aux groupes - OH des polyols).
	. Triméthylol propane	3,0 g
	. Lécithine	0,6 g

25 Vitesse de détonation du produit obtenu : 7 500 m/s

EXEMPLE XXV :

	- Substance explosive (hexogène)	82 %
	- Liant	18 %
Composition du liant :		
30	. Pluracol TP 1450	70 g
	. Tartrate de dibutyle	30 g
	. Toluylène diisocyanate	relation stoechiométrique 1,0 (par rapport aux OH)

Lécithine

0,7 g.

Vitesse de détonation du produit obtenu :

7 900 m/sec.

Dans tous les exemples cités, le malaxage avant introduction du polyisocyanate est réalisé sous vide à 60° C.

5 Dans les exemples 1, 8, 10, 12, 14, 17, 18, 21, 22 et 23, on maintient le malaxage sous vide à 60° C après introduction du polyisocyanate.

Dans les exemples 2, 3, 4, 5, 6, 7, 13, 16, 19, 20, 24 et 25, la température de malaxage sous vide est abaissée à 15° C au moment de l'introduction du polyisocyanate : on maintient cette température jusqu'à la fin de l'opération.

10 Dans les exemples 8, 9, 11, 12, 14, 15, 20, 21, 22, 24 et 25, la coulée a lieu sous vide avec vibration à la température de fin de malaxage.

Dans les exemples 1, 4, 5, 7 et 16, la coulée a lieu sous vide sans vibration à la température de fin de malaxage.

15 Dans les exemples 2, 3, 6, 10, 13, 17, 18, 19 et 23, la coulée a lieu à pression ordinaire avec vibration à la température de fin de malaxage.

Dans tous les exemples, on réalise après la coulée un dégazage sous vide après vibration à la température de fin de malaxage.

REVENDICATIONS

1. Explosif composite comprenant des particules de substance explosive dispersées dans un liant constitué par une matière plastique réticulée, caractérisé en ce que le liant est constitué par une résine de polyuréthane ayant une bonne réticulation, la proportion de liant représentant au moins 10 % en poids de l'explosif composite.

5 2. Explosif composite selon la revendication 1, caractérisé en ce que la substance explosive est un explosif très puissant choisi parmi les explosifs nitrés et les nitrates organiques.

10 3. Explosif composite selon la revendication 1, caractérisé en ce que la proportion de substance explosive est comprise entre 19 et 90 % en poids de l'explosif composite.

4. Explosif composite selon la revendication 2, caractérisé en ce que la substance explosive est l'octogène, l'hexogène, la pentrite ou le tétryl.

15 5. Explosif composite selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il contient un oxydant puissant, le dit oxydant puissant constituant 65 % au plus en poids de l'explosif composite.

6. Explosif composite selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'oxydant puissant est le perchlorate de potassium ou le perchlorate d'ammonium.

20 7. Explosif composite selon la revendication 1, caractérisé en ce que la proportion de liant est comprise 10 et 75 % en poids de l'explosif composite.

8. Explosif composite selon la revendication 7, caractérisé en ce que la proportion de liant est comprise entre 10 et 20 % en poids de l'explosif composite.

25 9. Explosif composite selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il contient une poudre métallique à pouvoir réducteur très élevé.

10. Explosif composite selon la revendication 9, caractérisé en ce que la poudre métallique à pouvoir réducteur très élevé est la poudre d'aluminium.

30 11. Explosif composite selon la revendication 9, caractérisé en ce que la proportion de poudre métallique à pouvoir réducteur très élevé est de 65 % au plus en poids de l'explosif composite.

12. Explosif composite selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il contient un plastifiant.

13. Explosif composite selon la revendication 12, caractérisé en ce que la proportion de plastifiant est de 60 % au plus en poids du liant.

35 14. Procédé de fabrication d'un explosif composite comprenant des particules de substance explosive dispersées dans un liant constitué par une matière plastique réticulée, caractérisé en ce qu'on fait réagir in situ un

polyisocyanate et au moins un polyol, et qu'on coule le produit obtenu, la réaction du polyol et du polyisocyanate entraînant la formation d'une résine de polyuréthane constituant le liant.

15. Procédé de fabrication d'un explosif composite selon la revendication 5 14, caractérisé en ce que le polyisocyanate est le toluylène diisocyanate.

16. Procédé de fabrication d'un explosif composite selon la revendication 14, caractérisé en ce que le polyol est un triol.

17. Procédé de fabrication d'un explosif composite selon la revendication 14, caractérisé en ce que le polyol est un diol.

18. Procédé de fabrication d'un explosif composite selon la revendication 10 14, caractérisé en ce que la relation stoechiométrique des groupes - N = C = 0 du polyisocyanate par rapport aux groupes - OH du ou des polyols est comprise entre 0,80 et 1,25.

19. Procédé de fabrication d'un explosif composite selon la revendication 15 18, caractérisé en ce que la relation stoechiométrique des groupes - N = C = 0 du polyisocyanate par rapport aux groupes - OH du ou des polyols est comprise entre 1,00 et 1,15.

20. Procédé de fabrication d'un explosif composite selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'on incorpore audit explosif composite un agent de 20 réticulation.

21. Procédé de fabrication d'un explosif composite selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'on incorpore un agent mouillant.

22. Procédé de fabrication d'un explosif composite selon la revendication 14, caractérisé en ce que la température de la réaction est comprise entre 10 et 25 90° C.

23. Procédé de fabrication d'un explosif composite selon la revendication 22, caractérisé en ce que la température de la réaction est comprise entre 40 et 70° C.

24. Procédé de fabrication d'un explosif composite selon la revendication 30 14, caractérisé en ce qu'on malaxe sous vide le mélange après introduction du polyisocyanate.

25. Procédé de fabrication d'un explosif composite selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'on coule le produit sous vide.

26. Procédé de fabrication d'un explosif composite selon la revendication 35 14, caractérisé en ce qu'on vibre le produit après l'avoir coulé.

27. Procédé de fabrication d'un explosif composite selon la revendication 26, caractérisé en ce qu'on vibre sous vide le produit après l'avoir coulé.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**